

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-330580

(43) 公開日 平成11年(1999)11月30日

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

F 1

H 0 1 L 41/107

H 0 1 L 41/08

A

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平10-138802

(22) 出願日 平成10年(1998)5月20日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 朝日 俊行

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 奥山浩二郎

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 中塚 宏

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 松田 正道

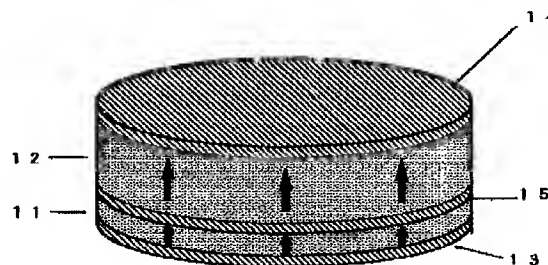
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧電トランス、圧電トランスの製造方法および圧電トランスの駆動方法

(57) 【要約】

【課題】 破壊強度に対する安全率の増加による耐電力性の向上、静電容量の増加による電流の印加しやすさを向上させた大電力用に適した圧電トランスを提供する。

【解決手段】 対向する主平面上に入力電極13、出力電極14、共通電極15を備え、厚み方向に分極した少なくとも2枚以上の円板状もしくはリング状圧電体を主平面で重ね合わせて、径方向振動モードで駆動することとを特徴とすることにより大電力用途に適した圧電トランスが得られる。



1 1 圧電体駆動部

1 2 圧電体発電部

1 3 入力電極

1 4 出力電極

1 5 共通電極

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 厚み方向に分極され、対向する主平面上にそれぞれ電極を有する少なくとも2枚以上の圧電体を備え、前記圧電体は、互いに前記主平面で重ね合わされており、広がり振動モードで駆動されることを特徴とする圧電トランス。

【請求項2】 前記電極のうち、互いに重なり合うもの同士は、一体に形成されたものであることを特徴とする請求項1に記載の圧電トランス。

【請求項3】 前記圧電体は、絶縁層を介して重ね合わされていることを特徴とする請求項1に記載の圧電トランス。

【請求項4】 前記絶縁層は、接着材、セラミック、前記圧電体と同じ材質で未分極のものいずれかであることを特徴とする請求項3に記載の圧電トランス。

【請求項5】 前記圧電体のうち少なくとも一つは、一方の前記主平面の前記電極が前記圧電体の側面を介して反対側の前記主平面上にまで形成されていることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の圧電トランス。

【請求項6】 厚み方向に分極され、対向する主平面上にそれぞれ入力電極および出力電極を有する圧電体を備え、前記入力電極、前記出力電極のうち、いずれか一方は、実質的に前記主平面の中心に配置され、他方は、前記一方を取り囲むように配置されていることを特徴とする圧電トランス。

【請求項7】 広がり振動モードで駆動されることを特徴とする請求項6に記載の圧電トランス。

【請求項8】 前記主平面の形状は、実質的に、円、リング状、多角形、多角形から前記多角形と相似な図形を打ち抜いた図形いずれかであることを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載の圧電トランス。

【請求項9】 前記圧電体は、圧電セラミックであることを特徴とする請求項1～8のいずれかに記載の圧電トランス。

【請求項10】 広がり振動モードで駆動される圧電トランスの製造方法において、圧電体を厚み方向に分極する分極工程と、前記分極工程後、少なくとも2枚以上の前記圧電体をその主平面同士が重ね合わさるように積層する積層工程とを含むことを特徴とする圧電トランスの製造方法。

【請求項11】 広がり振動モードで駆動される圧電トランスの製造方法において、少なくとも2枚以上の圧電体をその主平面同士が重ね合わさるように積層する積層工程と、前記積層工程後、前記圧電体の焼結を行う焼結工程を含むことを特徴とする圧電トランスの製造方法。

【請求項12】 厚み方向に分極され、対向する主平面上にそれぞれ電極を有する少なくとも2枚以上の圧電体を備え、前記圧電体が、互いに前記主平面で重ね合わされている圧電トランスを、広がり振動モードで駆動させることを特徴とする圧電トランスの駆動方法。

【請求項13】 厚み方向に分極され、対向する主平面上にそれぞれ入力電極および出力電極を有する圧電体を備え、前記入力電極、前記出力電極のうち、いずれか一方が、実質的に前記主平面の中心に配置され、他方が、前記一方を取り囲むように配置されている圧電トランスを、広がり振動モードで駆動させることを特徴とする圧電トランスの駆動方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、圧電トランス、例えば、液晶ディスプレイのバックライト用インバータやDC-DCコンバータなどの電力変換装置に用いられる圧電トランス、圧電トランスの製造方法および圧電トランスの駆動方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】圧電トランスは、入力した電気エネルギーを逆圧電効果によって、機械エネルギーに変換し、その機械エネルギーを再び、圧電効果によって電気エネルギーに変換することで、電圧の昇圧または降圧を行っている。

【0003】圧電トランスの一例として、現在、最も一般的な構成とされているローゼン型圧電トランスを図16に示す。このローゼン型圧電トランスを参照して、原理及び動作を説明する。圧電素子は、PZT（チタン酸ジルコン酸鉛）セラミック等の圧電体で作成されており板形状をしている。この圧電素子は駆動部81と発電部82として約半分ずつ構成されている。駆動部81は主平面上に、例えば銀焼き付けなどにより、入力電極83及び共通電極85が形成されており、厚み方向に分極されている。発電部82は、端面に出力電極84が形成されており、長軸方向に分極されている。

【0004】このように形成された圧電トランスにおいて、入力電極83-共通電極85間に交流電気信号を印可すると、逆圧電効果によって機械振動が発生する。この機械振動により、発電部82には応力を受け、圧電効果によって出力電極84-共通電極85間に高電圧が発生し、電気振動として取り出される。印可される交流電気信号を圧電素子の長軸方向の共振周波数近傍とする事により、強い機械振動が得られる。

【0005】また、別のタイプとして、提案されている厚み縦振動の圧電トランスを図17に示す。この圧電トランスは、入力電極93a、共通電極95a、入力電極93b、共通電極95b、出力電極94の間に圧電体が挟まれて積層されて、焼結されたものである。入力電極93aから共通電極95bまでの積層層が圧電体駆動部91を形成し、共通電極95bから出力電極94までの積層層が圧電体発電部92を形成している。圧電体駆動部91と圧電体発電部92は、厚み方向に分極されており、図17中の矢印で分極軸の方向を表している。このタイプは、圧電体駆動部91および圧電体発電部92の

厚み方向、すなわち、分極方向と同じ方向の振動によって、駆動される。

【0006】現在、圧電トランスは液晶ディスプレイのバックライトとしての冷陰極管を発光させるインバータとしてよく用いられているが、その他の用途として、DC-DCコンバータとしても検討されている。

【0007】圧電トランスは、電磁トランスと比較して、(1)より大きな電力密度で使用でき小型化に適している、(2)不燃化が図れる、(3)電磁誘導によるノイズが減少する、というメリットを持つ。電磁トランスでは高周波化することで電力密度は向上するが、高周波化に伴い磁気的な損失が増大するため、効率の低下が問題とされている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】DC-DCコンバータ等の大電力用途に圧電トランスを用いる際に要求される性能として、大電力が印加しやすいこと、すなわち電流を流しやすくすることが挙げられる。そのためには、圧電トランス入力インピーダンスを低く(=入力容量が大きく)する必要がある。DC-DCコンバータの場合は出力インピーダンスも低くする必要がある。また、大電力を印加しても破壊しにくい、耐電力性が高い特性も圧電トランスに要求される。従来のローゼン型圧電トランスは、昇圧を主たる目的としているため、出力部の容量を大きくできない構造であり、電流を多く取り出すことができない。また、駆動部と発電部との境界で分極軸の境界層があるため破壊しやすく耐電力性も低い。

【0009】また、DC-DCコンバータに用いる時は、駆動周波数を高くすると、スイッチダイオードやコイル、制御回路といったDC-DCコンバータに用いられる部品の効率低下という問題が生じることになる。

【0010】図17で示した従来の厚み縦振動の圧電トランスは、主平面で圧電体駆動部91と圧電体発電部92とを積層していることにより、出力部の容量を大きく取ることができるが、振動が厚みで決まるため、主平面全面の厚みが均一にならない、周波数が高いため他の高次振動モードも励振されやすい(すなわち、不要な振動が生じる)等の問題があり、伝播される振動波形が乱れてしまい、トランスとしての信頼性が十分ではなかった。また、厚み方向の振動は、周波数が高くなるため、関連部品でのロスが大きく、本圧電トランスを用いた場合の装置全体の効率の低下が問題となっている。

【0011】本発明は、従来の圧電トランスが有する上述した課題を考慮し、破壊強度に対する安全率の増加による耐電力性の向上、静電容量の増加による電流の印加しやすさを向上させた大電力用に適した圧電トランス、圧電トランスの製造方法および圧電トランスの駆動方法を提供することを目的とするものである。

【0012】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決する

ため、第1の本発明(請求項1に記載の本発明に対応)は、厚み方向に分極され、対向する主平面上にそれぞれ電極を有する少なくとも2枚以上の圧電体を備え、前記圧電体が、互いに前記主平面で重ね合わされており、広がり振動モードで駆動されることを特徴とする圧電トランスである。これにより、主平面全面に入出力電極が形成でき、静電容量を大きくすることが可能となる。また、使用周波数の上昇を防ぐことが可能となる。また、破壊強度に対する安全率を増加させることが可能となる。

【0013】第2の本発明(請求項2に記載の本発明に対応)は、前記電極のうち、互いに重なり合うもの同士が、一体に形成されたものであることを特徴とする第1の本発明の圧電トランスである。これにより、電極を共通電極として共用できるので、製造コストの低減を図れる。

【0014】第3の本発明(請求項3に記載の本発明に対応)は、前記圧電体が、絶縁層を介して重ね合わされていることを特徴とする第1の本発明の圧電トランスである。これにより、駆動部と発電部を電気的に分離した状態で使用が可能となり、出力電流が取り出しやすくDC-DCコンバータに用いやすくなる。

【0015】第4の本発明(請求項4に記載の本発明に対応)は、前記絶縁層は、接着材、セラミック、前記圧電体と同じ材質で未分極のものいずれかであることを特徴とする第3の本発明の圧電トランスである。絶縁層を接着材とすることにより、重ね合わせと発電部、駆動部の電気的分離が同時にできる。絶縁層をセラミックとすることにより、一体で焼成でき、製造が容易となる。絶縁層を前記圧電体と同じ材質で未分極とすることにより、熱膨張等圧電体部との特性を同じにできる。

【0016】第5の本発明(請求項5に記載の本発明に対応)は、前記圧電体のうち少なくとも一つが、一方の前記主平面の前記電極が前記圧電体の側面を介して反対側の前記主平面上にまで形成されていることを特徴とする第1～第4のいずれかの本発明の圧電トランスである。これにより、電極を振動方向である側面からではなく、主平面から引き出せるため、製作が容易になり、圧電トランスの固定も行きやすくなる。

【0017】第6の本発明(請求項6に記載の本発明に対応)は、厚み方向に分極され、対向する主平面上にそれぞれ入力電極および出力電極を有する圧電体を備え、前記入力電極、前記出力電極のうち、いずれか一方が、実質的に前記主平面の中心に配置され、他方が、前記一方を取り囲むように配置されており、広がり振動モードで駆動されることを特徴とする圧電トランスである。これにより、より単純な構成で圧電トランスが製作できる。

【0018】第7の本発明(請求項7に記載の本発明に対応)は、広がり振動モードで駆動されることを特徴と

10

20

30

40

する第6の本発明の圧電トランスである。これにより、使用周波数の上昇を防ぐことが可能となる。また、破壊強度に対する安全率を増加させることも可能となる。

【0019】第8の本発明（請求項8に記載の本発明に対応）は、前記主平面の形状が、実質的に、円、リング状、多角形、多角形から前記多角形と相似な図形を打ち抜いた図形のいずれかであることを特徴とする第1～第7のいずれかの本発明の圧電トランスである。前記主平面の形状を、実質的に、円またはリング状とすることにより、効率の良い圧電トランスを提供できる。また、形状を、多角形、または、多角形から前記多角形と相似な図形を打ち抜いた図形、特に正方形、正六角形にすることで切断による加工が容易となり、生産性が向上する。

【0020】第9の本発明（請求項9に記載の本発明に対応）は、前記圧電体が、圧電セラミックであることを特徴とする第1～第8のいずれかの本発明の圧電トランスである。これにより、圧電定数が大きく、安価な圧電トランスを提供することができる。

【0021】第10の本発明（請求項10に記載の本発明に対応）は、広がり振動モードで駆動される圧電トランスの製造方法において、圧電体を厚み方向に分極する分極工程と、前記分極工程後、少なくとも2枚以上の前記圧電体をその主平面同士が重ね合わさるように積層する積層工程とを含むことを特徴とする圧電トランスの製造方法である。これにより、圧電特性や強度特性はよいが、焼結温度が高く、グリーンシートの積層法が使えない圧電材料においても、圧電トランスが製造できる。

【0022】第11の本発明（請求項11に記載の本発明に対応）は、広がり振動モードで駆動される圧電トランスの製造方法において、少なくとも2枚以上の圧電体をその主平面同士が重ね合わさるように積層する積層工程と、前記積層工程後、前記圧電体の焼結を行う焼結工程を含むことを特徴とする圧電トランスの製造方法である。これにより、圧電体駆動部または、圧電体発電部の積層が容易になり、静電容量を増加しやすくなる。

【0023】第12の本発明（請求項12に記載の本発明に対応）は、厚み方向に分極され、対向する主平面上にそれぞれ電極を有する少なくとも2枚以上の圧電体を備え、前記圧電体が、互いに前記主平面で重ね合わされている圧電トランスを、広がり振動モードで駆動させることを特徴とする圧電トランスの駆動方法である。これにより、使用周波数の上昇を防ぐことが可能となる。また、破壊強度に対する安全率を増加させることも可能となる。

【0024】第13の本発明（請求項13に記載の本発明に対応）は、厚み方向に分極され、対向する主平面上にそれぞれ入力電極および出力電極を有する圧電体を備え、前記入力電極、前記出力電極のうち、いずれか一方が、実質的に前記主平面の中心に配置され、他方が、前記一方を取り囲むように配置されている圧電トランス

を、広がり振動モードで駆動させることを特徴とする圧電トランスの駆動方法である。これにより、使用周波数の上昇を防ぐことが可能となる。また、破壊強度に対する安全率を増加させることも可能となる。

【0025】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0026】（第1の実施の形態）まず、本発明の第1の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0027】図1は、本発明の第1の実施の形態における圧電トランスを示す外観図をである。本実施の形態における圧電トランスに用いる圧電体は、PZT系のセラミックであり、円板形状に焼結後、研磨を行い、圧電体駆動部11は、 $\phi 16\text{ mm}$ 、厚さ $0.25\text{ mm}$ 、圧電体発電部12は $\phi 16\text{ mm}$ 、厚さ $0.75\text{ mm}$ の外寸法にしたものである。さらに、それぞれ、両主平面上に、クロム金を蒸着することにより電極を形成し、厚み方向に分極したものである。図1中の矢印で分極軸の方向を表している。この圧電体駆動部11と圧電体発電部12を導電性接着剤を用いて主平面で積層すると、圧電トランスの全体の外形は $\phi 16\text{ mm}$ 、厚さ $1\text{ mm}$ となる。積層面の電極は導電性接着剤で導通が取られており、これを共通電極15としている。また、共通電極15以外の電極は圧電体駆動部11、圧電体発電部12それぞれ入力電極13、出力電極14としている。入力電極13、出力電極14、共通電極15、からのリード線の取り出しも導電性接着剤を用いている。こうして得られた圧電トランスは、円板の径方向広がり振動で駆動させ、共振周波数は約 $145\text{ kHz}$ である。

【0028】圧電トランスは、従来の技術で述べたように、電気信号を入力し、駆動部で機械振動に変換し、発電部で再び電気信号に変換して昇圧、降圧を行う構成である。そのため、従来のローゼン型トランスや厚み縦型トランス、円盤形のトランスでは駆動部の振動方向に発電部を設け、振動を伝搬する構成である。本実施の形態においては、主平面で積層することにより、駆動部の径方向振動を振動方向ではなく、発電部に面として伝搬する構成をしている。また、径方向振動は、分極軸に垂直な振動であるため、大電力印加時の大きな振動に対して、圧電特性等の減少を抑制できる。

【0029】比較のために従来のローゼン型圧電トランスも同体積となるように長さ $20\text{ mm}$ 、幅 $10\text{ mm}$ 、厚み $1\text{ mm}$ で製作した。駆動部81は厚み方向に、発電部82は長軸方向に分極している。入力電極83、出力電極84、共通電極85はクロム金を蒸着することにより作成した。ローゼン型トランスは長軸方向の伸び振動の $\lambda$ モードで駆動し、共振周波数は $150\text{ kHz}$ である。

【0030】静電容量は従来のローゼン型圧電トランスは入力部 $1\text{ nF}$ 、出力部 $0.12\text{ F}$ であるが、本トラン

スは入力部、出力部とも全面積を使用でき、入力部8 nF、出力部2.7 nFと大幅に増加できていることが確認された。

【0031】出力電極14、共通電極15間に1 kΩの負荷抵抗をつけた時の、効率の周波数特性を図2に示す。共振周波数の145 kHzの時、効率96%、降圧比は1/2倍であった。

【0032】破壊強度に対する安全率を調べるために、共振周波数で駆動し、印可電力を増やしていき、圧電トランスが破壊するまで、振動速度を増大させた。ローゼン型トランスは印可電力が19 Wになったとき、出力部の中央部で破壊した。本圧電トランスは50 Wの印加時にも破壊は見られず、耐電力を約2.5倍以上にすることができていることが確認された。ローゼン型圧電トランスが出力部の中央部で破壊した理由は、λモードの時は、圧電体の入出力部の中央が応力最大の点となるためである。本トランスでは中央部の応力が最も高いが径方向広がりモードなので、ローゼン型と比較すると応力が分散され、破壊には至っていない。

【0033】なお、本実施の形態において、圧電体として、PZT系のセラミックを用いるとしたが、圧電性を持つ物質、例えばLiNbO<sub>3</sub>の圧電体単結晶でも同様の効果が得られる。

【0034】なお、本実施の形態において、圧電体の主平面全面に電極を形成しているが、主平面の一部に電極を形成しても同様の効果が得られる。

【0035】なお、本実施の形態において、分極軸を同方向にして積層しているが、逆向きに積層しても同様の効果が得られる。

【0036】なお、本実施の形態において、圧電体駆動部、圧電体発電部を円板形状にしているが、圧電体駆動部、または、圧電体発電部のどちらか一つ、もしくは両方をリング形状としても径方向振動で駆動できるため同様の効果が得られる。

【0037】なお、本実施の形態においては、圧電トランスを降圧に使用するとしたが、昇圧を目的として設計しても同じ効果が得られる。

【0038】(第2の実施の形態)次に、本発明の第2の実施の形態を図面を参照して説明する。本実施の形態における圧電トランスは、その平面形状と分極方向に関する点以外は、上述した第1の実施の形態における圧電トランスと同様である。したがって、本実施の形態において、特に説明のないものについては、第1の実施の形態と同じとし、第1の実施の形態と同じ呼称の構成部材については、特に説明のない限り、第1の実施の形態と同様の機能を持つものとする。

【0039】図3は、本発明の第2の実施の形態における圧電トランスを示す外観図をである。本実施の形態における圧電トランスに用いる圧電体は、PZT系のセラミックであり、焼結後、正形状に切断、研磨を行い、

圧電体駆動部21は、14 mm角、厚さ0.25 mm、圧電体発電部22は14 mm角、厚さ0.75 mmの外形状にしたものである。分極、電極、積層等は第1の実施の形態における圧電トランスと同様であり、入力電極23、出力電極24、共通電極25を構成し、圧電トランスの全体の外形は14 mm角、厚さ1 mmである。体積は第1の実施の形態における圧電トランスとはほぼ同じである。こうして得られた圧電トランスは、広がり振動で駆動し、共振周波数は約165 kHzである。

【0040】本圧電トランスにおいて、静電容量は入力部8 nF、出力部2.7 nFであり、第1の実施の形態における圧電トランスと同様にローゼン型のトランスと比較して大幅に増加できていることが確認された。

【0041】出力電極24、共通電極25間に1 kΩの負荷抵抗をつけた時の、効率の周波数特性を図4に示す。共振周波数の165 kHzの時、効率92%、降圧比は約1/2倍であった。

【0042】破壊強度に対する安全率を調べるために、共振周波数で駆動し、印可電力を増やしていき、振動速度を増大させた。しかし、本圧電トランスは50 Wの印加時にも破壊は見られず、ローゼン型圧電トランスと比較して、耐電力を約2.5倍以上にすることができていることが確認された。

【0043】(第3の実施の形態)次に、本発明の第3の実施の形態を図面を参照して説明する。本実施の形態における圧電トランスは、絶縁層を介して重ね合わされている点に関する点以外は、上述した第1の実施の形態における圧電トランスと同様である。したがって、本実施の形態において、特に説明のないものについては、第1の実施の形態と同じとし、第1の実施の形態と同じ呼称の構成部材については、特に説明のない限り、第1の実施の形態と同様の機能を持つものとする。

【0044】図5は、本発明の第3の実施の形態における圧電トランスを示す外観図をである。本実施の形態における圧電トランスに用いる圧電体は、PZT系のセラミックであり、円板形状に焼結後、研磨を行い、圧電体駆動部31は、φ16 mm、厚さ0.25 mm、圧電体発電部32はφ16 mm、厚さ0.75 mmの外形状にしたものである。さらに、それぞれ、両主平面上に、クロム金を蒸着することにより電極を形成し、厚み方向に分極している。図5中の矢印で分極軸の方向を表している。また、絶縁層35として同じセラミックでφ16 mm、厚さ0.1 mmのものも形成されている。この絶縁層35については、分極は行っていない。この圧電体駆動部31と圧電体発電部32及び、絶縁層35を絶縁性の接着剤を用いて主平面で積層すると、圧電トランスの全体の外形はφ16 mm、厚さ1.1 mmとなる。圧電体駆動部31、圧電体発電部32のそれぞれの電極を入力電極33a、b、出力電極34a、bとしている。それぞれの電極からのリード線の取り出しは導電性

接着剤を用いている。こうして得られた圧電トランスは、円板の径方向広がり振動で駆動し、共振周波数は約145kHzである。

【0045】本圧電トランスにおいて、圧電体駆動部31と圧電体発電部32の間に、絶縁層35を介して積層する事により、入力電圧と出力電圧間の電位を分離した状態で使えるようになっている。

【0046】本圧電トランスにおいて、静電容量は入力部8nF、出力部1.7nFと第1の実施の形態における圧電トランスと同様にローゼン型のトランスと比較して大幅に増加できていることが確認された。

【0047】出力電極24、共通電極25間に1kΩの負荷抵抗をつけた時の、効率の周波数特性を図3に示す。共振周波数の145kHzの時、効率92%、降圧比は約1/2倍であった。

【0048】破壊強度に対する安全率を調べるために、共振周波数で駆動し、印可電力を増やしていき、振動速度を増大させた。しかし、本圧電トランスは50Wの印加時にも破壊は見られず、ローゼン型圧電トランスと比較して、耐電力を約2.5倍以上にする事ができていることが確認された。

【0049】なお、本実施の形態において、絶縁層をセラミックで作成するとしたが、否導電性の接着剤等でも絶縁性が保たれていれば同様の効果が得られる。

【0050】(第4の実施の形態)次に、本発明の第4の実施の形態を図面を参照して説明する。本実施の形態における圧電トランスは、対向する主平面上にそれぞれ入力電極および出力電極を有する圧電体を一枚のみ備える点に関する点以外は、上述した第1の実施の形態における圧電トランスと同様である。したがって、本実施の形態において、特に説明のないものについては、第1の実施の形態と同じとし、第1の実施の形態と同じ呼称の構成部材については、特に説明のない限り、第1の実施の形態と同様の機能を持つものとする。

【0051】本発明の第4の実施の形態における圧電トランスの外観図を図7に、中央横断面図を図8に示す。本実施の形態において作成した圧電体はPZT系のセラミックであり、円板形状に焼結後、研磨を行い、φ16mm、厚さ1mmの外径寸法にしたものである。さらに、それぞれ、両主平面上全面に、クロム金を蒸着することにより電極を形成し、厚み方向に分極した。その後、両主平面の電極とも、内径φ8.5mm、外径φ10.5mmのリング部分の電極を落とし、内径φ10.5、外径φ16mmのリング状電極を入力電極43a、b、φ8.5mmの円電極を出力電極44a、bとしたものである。すなわち、入力電極43a、bに挟まれた部分が、圧電体駆動部41、出力電極44a、bに挟まれた部分が圧電体発電部42となる。図7中の矢印で分極軸の方向を表している。それぞれの電極からのリード線の取り出しは導電性接着剤を用いている。こうして得

られた圧電トランスは、円板の径方向広がり振動で駆動し、共振周波数は外形寸法で決定され、約145kHzである。

【0052】本圧電トランスにおいて、静電容量は入力部3.5nF、出力部1.7nFと第1の実施の形態と同様にローゼン型のトランスより増加できていることが確認された。

【0053】出力電極44a、b間に1.6kΩの負荷抵抗をつけた時の、効率の周波数特性を図9に示す。共振周波数の145kHzの時、効率94%、降圧比は約1/2倍であった。

【0054】破壊強度に対する安全率を調べるために、共振周波数で駆動し、印可電力を増やしていき、振動速度を増大させた。しかし、本圧電トランスは50Wの印加時にも破壊は見られず、ローゼン型圧電トランスと比較して、耐電力を約2.5倍以上にする事ができていることが確認された。

【0055】なお、本実施の形態においては、径方向広がり振動で駆動したが、駆動部から発電部に振動が伝わるモードであれば、厚み縦振動等であっても、同一圧電体での駆動、発電が行われるため、従来の厚み縦振動の圧電トランスのような振動波形の乱れが生じないため、トランスとしての信頼性が向上するという効果が得られる。

【0056】(第5の実施の形態)次に、本発明の第5の実施の形態を図面を参照して説明する。本実施の形態における圧電トランスは、電極の構成と分極方向に関する点以外は、上述した第1の実施の形態における圧電トランスと同様である。したがって、本実施の形態において、特に説明のないものについては、第1の実施の形態と同じとし、第1の実施の形態と同じ呼称の構成部材については、特に説明のない限り、第1の実施の形態と同様の機能を持つものとする。

【0057】図10は、本発明の第5の実施の形態における圧電トランスを示す外観図である。本実施の形態における圧電トランスに用いる圧電体は、PZT系のセラミックであり、円板形状に焼結後、研磨を行い、φ16mm、厚さ1mmの外径寸法にしたものである。さらに、それぞれ、両主平面上全面に、クロム金を蒸着することにより電極を形成し、厚み方向に分極している。圧電体駆動部51は、φ16mm、厚さ0.25mm、圧電体発電部52はφ16mm、厚さ0.75mmの外形寸法にしたものである。図10中の矢印で分極軸の方向を表している。分極後、圧電体駆動部51、圧電体発電部52共に、片側の電極を落とし、新たに、中心にφ13の円電極と、反対側の主平面と側面を通じて、導通を持たせたリング状の電極を形成したものである。この圧電体駆動部51と圧電体発電部52を導電性の接着剤を用いて主平面で積層し、圧電体駆動部51の円電極を入力電極53、圧電体発電部52の円電極を出力電極5



4とし、側面を通じて引き出した電極を共通電極55としたものである。それぞれの電極からのリード線の取り出しは導電性接着剤を用いている。こうして得られた圧電トランスは、円板の径方向広がり振動で駆動し、共振周波数は外形寸法で決定され、約145kHzである。

【0058】本圧電トランスにおいて、共通電極55を主平面上に引き出すことにより、電極の取り出しを容易にしておき、圧電トランスの実装がしやすくなっている。

【0059】本圧電トランスにおいて、静電容量は入力部6.5nF、出力部2.2Fと第1の実施の形態における圧電トランスと同様にローゼン型のトランスと比較して大幅に増加できていることが確認された。

【0060】出力電極54、共通電極55間に1.2kΩの負荷抵抗をつけた時の、効率の周波数特性を図11に示す。共振周波数の145kHzの時、効率94%、降圧比は約1/2倍であった。

【0061】破壊強度に対する安全率を調べるために、共振周波数で駆動し、印可電力を増やしていき、振動速度を増大させた。しかし、本圧電トランスは50Wの印加時にも破壊は見られず、ローゼン型圧電トランスと比較して、耐電力を約2.5倍以上にする事ができていることが確認された。

【0062】(第6の実施の形態)次に、本発明の第6の実施の形態を図面を参照して説明する。本実施の形態における圧電トランスは、圧電体の積層枚数と分極方向に関する点以外は、上述した第1の実施の形態における圧電トランスと同様である。したがって、本実施の形態において、特に説明のないものについては、第1の実施の形態と同じとし、第1の実施の形態と同じ呼称の構成部材については、特に説明のない限り、第1の実施の形態と同様の機能を持つものとする。

【0063】図12は、本発明の第6の実施の形態における圧電トランスを示す外観図をである。本実施の形態における圧電トランスに用いる圧電体は、PZT系のセラミックであり、厚さ約30μmのグリーンシートをドクターブレード法により作成し、スクリーン印刷法を用いて、出力電極64、共通電極65a、b、を銀・パラジウムペーストで形成後、駆動部61a、bは3層、発電部62は15層積層後、圧着した後、円形状に打ち抜き焼結したものである。また、その後、研磨を行い、銀焼き付けにより、入力電極63a、bを設けたものである。焼結後の外見寸法は、φ16mm、厚さ1mmである。電極形成後、駆動部、発電部とも厚み方向に分極されている。図12中の矢印で分極方向を示す。入力電極63a、b、出力電極64、共通電極65a、bからのリード線の取り出しは導電性接着剤にて行い、入力電極63a、b間、共通電極65a、b間はリード線を繋ぐことで導通を持たしている。

【0064】共振周波数は第1の実施の形態における圧

電トランスと同様に、径方向広がり振動モードで、共振周波数は約145kHzである。

【0065】静電容量は圧電体駆動部を薄く、積層数も2層にしたため、駆動部33nF、出力部8.5nFと従来のローゼン型圧電トランスと比較してかなり大きくなっている。出力電極64、共通電極65a、b間に500Ωの負荷抵抗をつけた時の、効率の周波数特性を図13に示す。共振周波数の145kHzの時、効率94%、降圧比は1/2倍であった。

【0066】破壊強度に対する安全率を調べるために、共振周波数で駆動し、印可電力を増やしていき、振動速度を増大させた。しかし、本圧電トランスは50Wの印加時にも破壊は見られず、ローゼン型圧電トランスと比較して、耐電力を約2.5倍以上にする事ができていることが確認された。

【0067】(第7の実施の形態)次に、本発明の第7の実施の形態を図面を参照して説明する。本実施の形態における圧電トランスは、圧電体の積層枚数に関する点以外は、上述した第2の実施の形態における圧電トランスと同様である。したがって、本実施の形態において、特に説明のないものについては、第2の実施の形態と同じとし、第2の実施の形態と同じ呼称の構成部材については、特に説明のない限り、第2の実施の形態と同様の機能を持つものとする。

【0068】図14は、本発明の第7の実施の形態における圧電トランスを示す外観図をである。本実施の形態における圧電トランスに用いる圧電体は、PZT系のセラミックであり、厚さ約30μmのグリーンシートをドクターブレード法により作成し、スクリーン印刷法を用いて、出力電極74、共通電極75a、b、を銀・パラジウムペーストで形成後、駆動部71a、bは3層、発電部72は15層積層後、圧着して焼結した後、主平面の研磨を行い、銀焼き付けにより、入力電極73a、bを形成したものである。電極形成後、駆動部、発電部とも厚み方向に分極し、分極後、切断して、1辺14mmの正方形形状、厚さ1mmの外見寸法にしたものである。形状を正方形とすることにより、切断することで形状を決定でき生産性が向上している。図14中の矢印で分極方向を示す。入力電極73a、b、出力電極74、共通電極75a、bからのリード線の取り出しは導電性接着剤にて行い、入力電極73a、b間、共通電極75a、b間はリード線を繋ぐことで導通を持たしている。

【0069】共振周波数は第2の実施の形態における圧電トランスと同様に、広がり振動モードで、共振周波数は約165kHzである。

【0070】静電容量は圧電体駆動部を薄く、積層数も2層にしたため、駆動部33nF、出力部8.5nFと従来のローゼン型圧電トランスと比較してかなり大きくなっている。出力電極74、共通電極75a、b間に500Ωの負荷抵抗をつけた時の、効率の周波数特性を

図15に示す。共振周波数の165kHzの時、効率90%、降圧比は1/2倍であった。

【0071】破壊強度に対する安全率を調べるために、共振周波数で駆動し、印可電力を増やしていき、振動速度を増大させた。しかし、本圧電トランスは50Wの印加時にも破壊は見られず、ローゼン型圧電トランスと比較して、耐電力を約2.5倍以上にする事ができていることが確認された。

【0072】なお、上述した第1～第7の実施の形態において、主平面および電極の形状は、実質的に、円、リング状、正方形のいずれかであるとして説明したが、これに限るものではなく、例えば、多角形、または、多角形から前記多角形と相似な図形を打ち抜いた図形であっても、効果に定量的な差はあるものの、従来の圧電トランスに比して、静電容量を大きくすることが可能となり、使用周波数の上昇を防ぐという効果は得られる。

【0073】また、上述した第1～第7の実施の形態においては、本発明の圧電トランスおよび圧電トランスの製造方法を中心に説明したが、本発明の圧電トランスの駆動方法は、上述した各圧電トランスと同じ構成の圧電トランスを広がり振動モードで駆動させる圧電トランスの駆動方法である。

【0074】

【発明の効果】以上説明したところから明らかなように、本発明は、破壊強度に対する安全率の増加による耐電力性の向上、静電容量の増加による電流の印加しやすさを向上させた大電力用に適した圧電トランス、圧電トランスの製造方法および圧電トランスの駆動方法を提供することができる。

【0075】すなわち、請求項1の本発明は、主平面全面に出力電極が形成でき、静電容量を大きくすることが可能とし、使用周波数の上昇を防ぐことが可能となる。また、破壊強度に対する安全率を増加させることが可能とする圧電トランスを提供することができる。

【0076】請求項2の本発明は、電極を共通電極として共用することによって、製造コストの低減を図れる圧電トランスを提供することができる。

【0077】請求項3の本発明は、駆動部と発電部を電氣的に分離した状態で使用が可能となり、出力電流が取り出しやすくDC-DCコンバータに用いやすくなる圧電トランスを提供することができる。

【0078】請求項4の本発明は、絶縁層を接着材とすることにより、重ね合わせと発電部、駆動部の電氣的分離が同時にでき、絶縁層をセラミックとすることにより、一体で焼成でき、製造が容易となり、絶縁層を前記圧電体と同じ材質で未分極とすることにより、熱膨張等圧電体部との特性を同じにできる圧電トランスを提供することができる。

【0079】請求項5の本発明は、電極を振動方向である側面からではなく、主平面から引き出せるため、製作

が容易になり、圧電トランスの固定も行きやすくなる圧電トランスを提供することができる。

【0080】請求項6の本発明は、より単純な構成で製作できる圧電トランスを提供することができる。

【0081】請求項7の本発明は、使用周波数の上昇を防ぐことが可能となる。また、破壊強度に対する安全率を増加させることが可能となる圧電トランスを提供することができる。

【0082】請求項8の本発明は、効率の良い圧電トランス、または、生産性が向上する圧電トランスを提供することができる。

【0083】請求項9の本発明は、圧電定数が大きく、安価な圧電トランスを提供することができる。

【0084】請求項10の本発明は、圧電特性や強度特性はよいが、焼結温度が高く、グリーンシートの積層法が使えない圧電材料においても、圧電トランスが製造できる圧電トランスの製造方法を提供することができる。

【0085】請求項11の本発明は、圧電体駆動部または、圧電体発電部の積層が容易になり、静電容量を増加しやすくなる圧電トランスの製造方法を提供することができる。

【0086】請求項12の本発明は、使用周波数の上昇を防ぐことが可能となる。また、破壊強度に対する安全率を増加させることが可能となる圧電トランスの駆動方法を提供することができる。

【0087】請求項13の本発明は、使用周波数の上昇を防ぐことが可能となる。また、破壊強度に対する安全率を増加させることが可能となる圧電トランスの駆動方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態における圧電トランスを示す外観図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態における圧電トランスの効率の周波数特性図である。

【図3】本発明の第2の実施の形態における圧電トランスの外観図である。

【図4】本発明の第2の実施の形態における圧電トランスの効率の周波数特性図である。

【図5】本発明の第3の実施の形態における圧電トランスの外観図である。

【図6】本発明の第3の実施の形態における圧電トランスの効率の周波数特性図である。

【図7】本発明の第4の実施の形態における圧電トランスの外観図である。

【図8】本発明の第4の実施の形態における圧電トランスの中央横断面図である。

【図9】本発明の第4の実施の形態における圧電トランスの効率の周波数特性図である。

【図10】本発明の第5の実施の形態における圧電トランスの外観図である。



15

【図11】本発明の第5の実施の形態における圧電トランスの効率の周波数特性図である。

【図12】本発明の第6の実施の形態における圧電トランスの外観図である。

【図13】本発明の第6の実施の形態における圧電トランスの効率の周波数特性図である。

【図14】本発明の第7の実施の形態における圧電トランスの外観図である。

【図15】本発明の第7の実施の形態における圧電トランスの効率の周波数特性図である。

【図16】従来のローゼン型圧電トランスの外観図である。

16

【図17】従来の円盤型圧電トランスの外観図である。

【符号の説明】

11、21、31、41、51、61、71、81、9

1 圧電体駆動部

12、22、32、42、52、62、72、82、9

2 圧電体発電部

13、23、33、43、53、63、73、83、9

3 入力電極

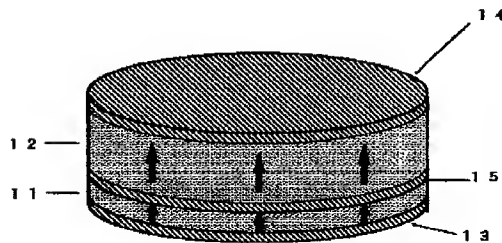
14、24、34、44、54、64、74、84、9

10 4 出力電極

15、25、55、65、75、85、95 共通電極

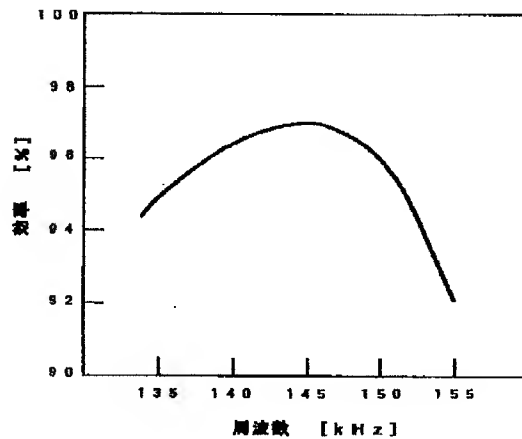
35 絶縁層

【図1】

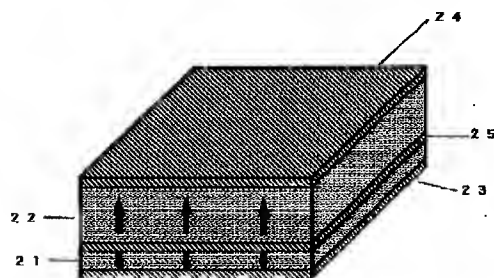


- 11 圧電体駆動部
- 12 圧電体発電部
- 13 入力電極
- 14 出力電極
- 15 共通電極

【図2】

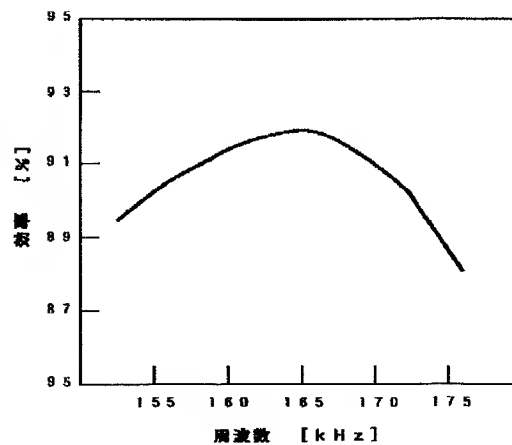


【図3】

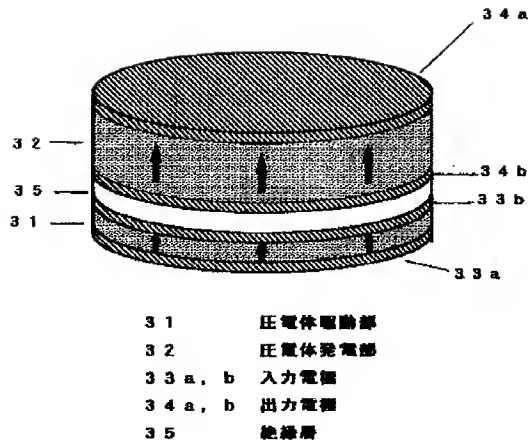


- 21 圧電体駆動部
- 22 圧電体発電部
- 23 入力電極
- 24 出力電極
- 25 共通電極

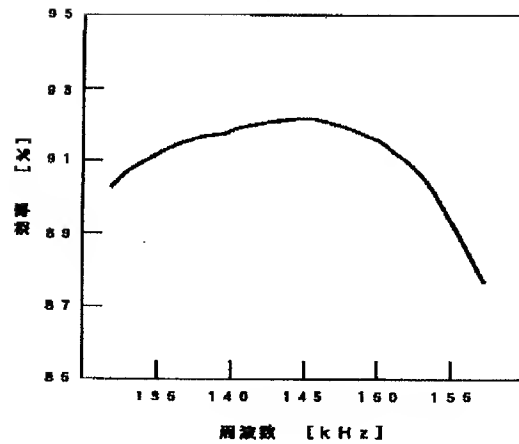
【図4】



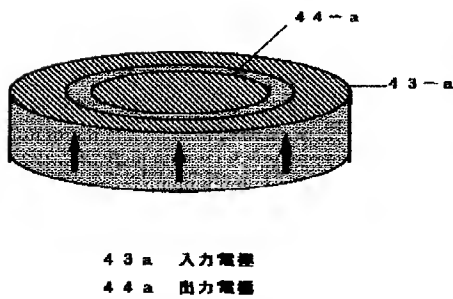
【図5】



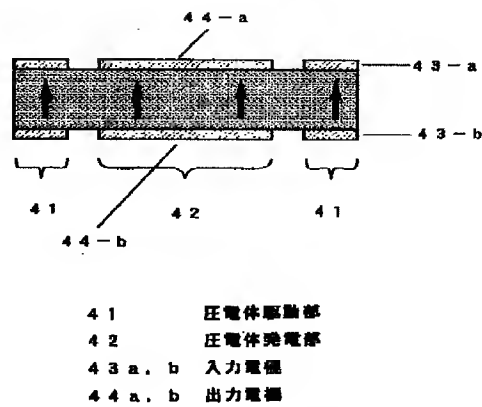
【図6】



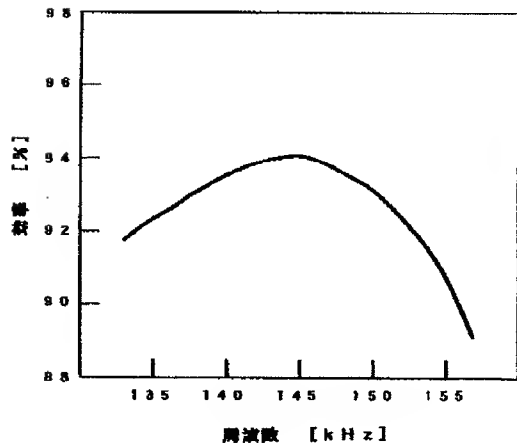
【図7】



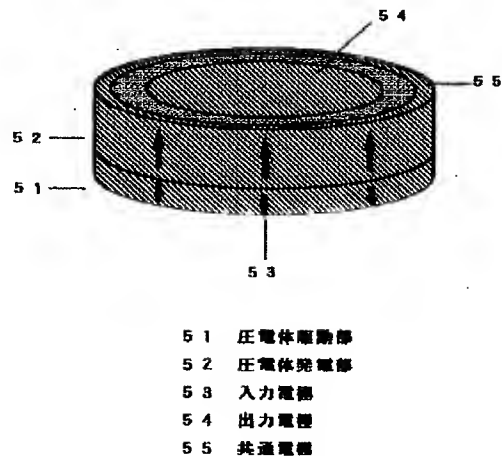
【図8】



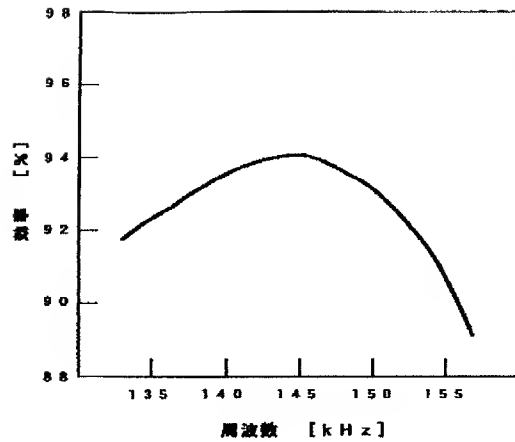
【図9】



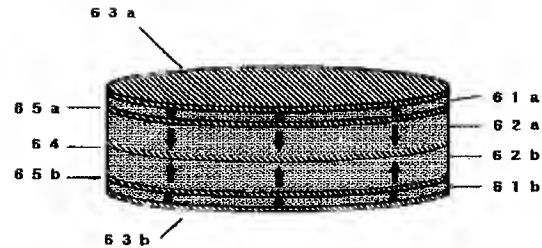
【図10】



【図11】

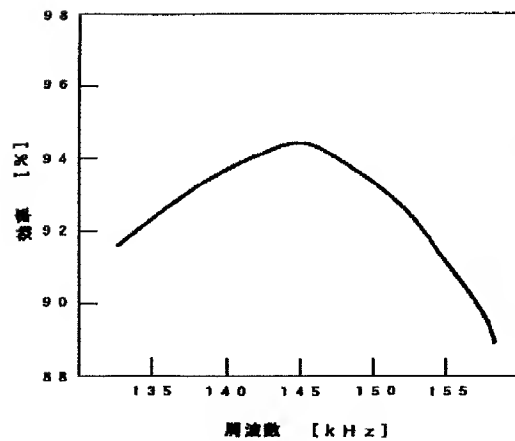


【図12】

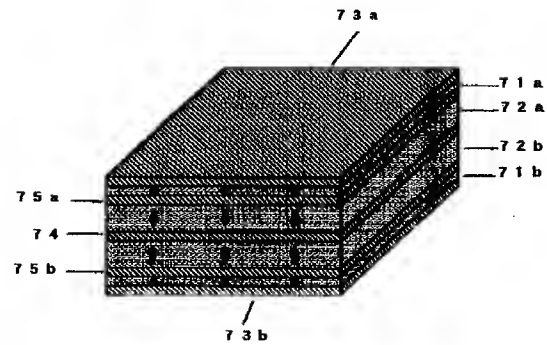


- 61 圧電体駆動部
- 62 圧電体発電部
- 63 a, b 入力電極
- 64 出力電極
- 65 a, b 共通電極

【図13】

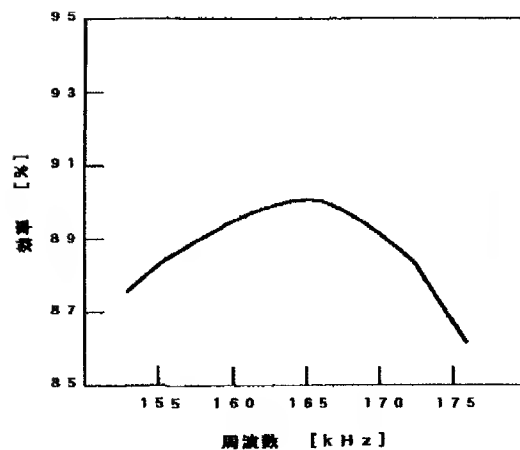


【図14】



- 71 圧電体駆動部
- 72 圧電体発電部
- 73 a, b 入力電極
- 74 出力電極
- 75 a, b 共通電極

【図15】

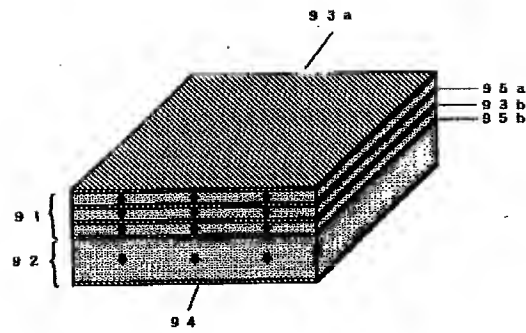


【図16】



- 81 圧電体駆動部
- 82 圧電体発電部
- 83 入力電極
- 84 出力電極
- 85 共通電極

【図17】



- |        |        |
|--------|--------|
| 91     | 圧電体駆動部 |
| 92     | 圧電体発電部 |
| 93a, b | 入力電極   |
| 94     | 出力電極   |
| 95a, b | 共通電極   |

---

フロントページの続き

(72)発明者 長谷 裕之  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 十河 寛  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内